

MENU

SEARCH

INDEX

DETAIL

JAPANESE

1 / 1

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-110069

(43)Date of publication of application : 30.04.1993

(51)Int.Cl.

H01L 29/784

(21)Application number : 03-264313

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 14.10.1991

(72)Inventor : FUCHIGAMI HIROYUKI

TSUMURA AKIRA

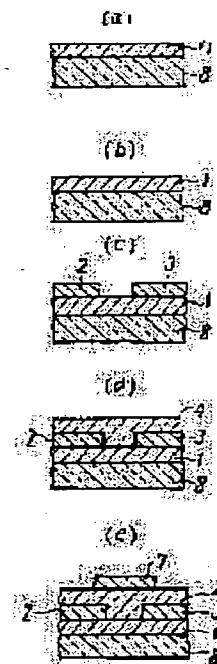
HIZUKA YUJI

(54) MANUFACTURE OF FIELD EFFECT TRANSISTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a method of manufacturing a field effect transistor, where an organic semiconductor thin film which is able to protect an electrode against deterioration, excellent in productivity, lightweight, and excellent in flexibility can be used as an active layer.

CONSTITUTION: An organic thin film 11 is subjected to an activation treatment to turn into an organic semiconductor thin film 1, a source electrode 2 and a drain electrode 3 are formed on the organic semiconductor thin film 1, and a gate electrode 7 is formed so as to control conductivity between the source electrode 2 and the drain electrode 3.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.05.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 28.12.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2001-01272

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 26.01.2001

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-110069

(43)公開日 平成5年(1993)4月30日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H01L 29/784

8225-4M

H01L 29/78

301 B

審査請求 未請求 請求項の数2(全13頁)

(21)出願番号

特願平3-264313

(22)出願日

平成3年(1991)10月14日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 洲上 宏幸

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社材料研究所内

(72)発明者 津村 顯

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社材料研究所内

(72)発明者 肥塚 裕至

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社材料研究所内

(74)代理人 弁理士 高田 守 (外1名)

(54)【発明の名称】 電界効果トランジスタの製造方法

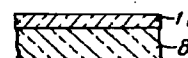
(57)【要約】

(修正有)

【目的】 電極の変質を防止するとともに、生産性に優れ、軽量で柔軟性に富む有機半導体薄膜を活性層として用いることのできる電界効果トランジスタの製造方法を得ることができる。

【構成】 活性化処理により半導体となる有機薄膜11に活性化処理を施し有機半導体薄膜1とし、有機半導体薄膜1にソース電極2とドレイン電極3を形成し、ソース電極2とドレイン電極3間の導電率を制御するようにゲート電極7を形成する。

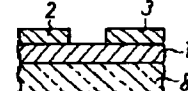
(a)



(b)



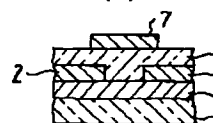
(c)



(d)



(e)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 活性化処理により半導体となる有機薄膜に活性化処理を施し有機半導体薄膜とする工程、上記有機半導体薄膜にソース電極およびドレイン電極を形成する工程、並びに上記ソース電極とドレイン電極間の導電率を制御するようにゲート電極を形成する工程を施す電界効果トランジスタの製造方法。

【請求項2】 端子を備えたゲート電極にゲート絶縁膜を設ける工程、上記ゲート絶縁膜に活性化処理により半導体となる有機薄膜を設ける工程、上記ゲート電極を保護しながら上記有機薄膜を活性化処理し有機半導体薄膜とした後上記ゲート電極の端子を露出させる工程、並びに上記有機半導体薄膜にソース電極およびドレイン電極を形成する工程を施す電界効果トランジスタの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、活性層として有機化合物を用いた電界効果トランジスタの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 有機化合物の中には、フタロシアニンに代表される低分子化合物、ポリチオフェンに代表されるような π -共役系高分子および上記 π -共役系高分子と骨格が同じであるが繰り返し単位数の小さいチオフェンオリゴマーに代表されるような π -共役系オリゴマー等、半導体的性質を示すものが多く知られている。これら有機化合物は、無機半導体と同様に、価電子帯、伝導帯およびこれらを隔てる禁制帯からなるバンド構造を形成しているものと考えられ、化学的方法、電気化学的方法および物理的方法等により価電子帯から電子を引き去ったり（酸化）、または伝導帯に電子を注入したり（還元）すること（以下、ドーピングという）によって電荷を運ぶキャリアを生じるものと説明されている。このような半導体的性質から、これら有機化合物を様々な素子に適用することができ、これまでにいくつかの報告がなされている。

【0003】 具体的には、ポリアセチレンを用いたショットキー接合素子【刊行物（J. Appl. Phys. 52巻、869頁、1981年）および特開昭56-147486号公報等】、ポリピロール系高分子を用いたショットキー接合素子【刊行物（J. Appl. Phys. 54巻、2511頁、1983年）および特開昭59-63760号公報等】が知られている。また、無機半導体であるn型CdSとp型ポリアセチレンとを組み合わせたヘテロ接合素子が報告されている【刊行物（J. Appl. Phys. 51巻、4252頁、1980年）】。有機半導体同士を組み合わせた接合素子としては、p型およびn型ポリアセチレンを用いたpnホモ接合素子が知られている【刊行物（Appl. P

hys. Lett. 33巻、18頁、1978年）】。更に、ポリピロールとポリチオフェンからなるヘテロ接合素子【刊行物（Jpn. J. Appl. Phys. 24巻、L553頁、1985年）】、ポリアセチレンとポリN-メチルからなるヘテロ接合素子ピロール【刊行物（J. Appl. Phys. 58巻、1279頁、1985年）】も知られている。

【0004】 また、最近では有機半導体を電界効果トランジスタの活性層に適用する試みがなされ、ポリアセチレンを用いたもの【刊行物（J. Appl. Phys. 54巻、3255頁、1983年）】、ポリ（N-メチルピロール）を用いたもの【刊行物（Chem. Lett. 863頁、1986年）】、ポリチオフェンを用いたもの【刊行物（Appl. Phys. Lett. 49巻、1210頁、1986年）】、金属フタロシアニン類を用いたもの【刊行物（Chem. Phys. Lett. 145巻、343頁、1988年）】、チオフェンオリゴマーを用いたもの【刊行物（Solid State Comm. 72巻、381頁、1989年）】等が知られている。

【0005】 ここで、電界効果トランジスタについて、まずポリチオフェンを用いたものを例に説明する。図12にポリチオフェンを活性層に用いた従来のトランジスタの断面図を示す。ここで、1は活性層となるポリチオフェン膜、2はソース電極となる金膜、3はドレイン電極となる金膜、4はゲート絶縁膜となるシリコン酸化膜、5はゲート電極兼基板であるn形シリコンウエハ、6はシリコンウエハとオーミック接合を取るための電極である。次に、このポリチオフェンを活性層に用いたトランジスタの製造方法について説明する。n形シリコンウエハ5の表面に熱酸化膜または自然酸化膜4を従来の方法により形成し、この上に通常の光リソグラフィ法、エッチング法によりソース電極2およびドレイン電極3となる金膜のパターンを形成し、その電極上2、3および電極間に活性層となるポリチオフェン膜1を電界重合法により形成している。シリコンウエハとオーミック接合を取るための電極6は、ソース電極、ドレイン電極及び活性層を形成したシリコン基板面の反対側の酸化膜を剥離し、Ga-In合金を塗布することにより行っている。従来の有機トランジスタの活性層の形成方法として、上記の電界重合法の他に、真空蒸着法、イオンクラスタービーム法（ICB法）、スピンコート法、ラングミュア・プロジェクト法（LB法）などが報告されている。

【0006】 次に、電界効果トランジスタについて、オリゴチオフェンを用いたものを例に説明する。図13にオリゴチオフェンを活性層に用いたトランジスタの断面図を示す。ここで、1は活性層となるオリゴチオフェン膜、2はソース電極となる金膜、3はドレイン電極となる金膜、4はゲート絶縁膜となるシリコン酸化膜、5は

ゲート電極兼基板であるn形シリコンウエハ、6はシリコンウエハとオーミック接合を取るための電極である。このオリゴチオフェンを活性層に用いたトランジスタの製造方法について説明する。n形シリコンウエハ5の表面に熱酸化膜または自然酸化膜4を従来の方法により形成し、この上に活性層となるオリゴチオフェン膜を真空蒸着法で形成している。次に、この活性層の上に通常の光リソグラフィ法、エッチング法によりソース電極2およびドレイン電極3となる金膜のパターンを形成している。シリコンウエハとオーミック接合を取るための電極6は、ソース電極、ドレイン電極及び活性層を形成したシリコン基板面の反対側の酸化膜を剥離し、Ga-In合金を塗布することにより行っている。従来の有機トランジスタは何れも、上記2つのうちのどちらかの方法によって作製されている。

【0007】次に、ポリチオフェンを活性層に用いたトランジスタを例にその動作について説明する。ソース電極2とドレイン電極3の間に電圧をかけると、ポリチオフェン膜1を通してソース電極2とドレイン電極3の間に電流が流れる。この時、絶縁膜4によりポリチオフェン膜1と隔てられたゲート電極となるシリコン板5に電圧を印加すると、電界効果によってポリチオフェン膜1の電導度を変えることができ、従って、ソース・ドレイン電極2、3の電流を制御することができる。これは絶縁膜4に近接するポリチオフェン膜1内の蓄積層の幅がシリコン板5に印加する電圧によって変化し、実効的な正のキャリアからなるチャネル断面積が変化するためであると考えられている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の電界効果トランジスタのうち、ポリ(N-メチルピロール)およびポリチオフェンを活性層として用いたものは、電解重合法により作製され生産性に欠ける。また、金属フタロシアニン類またはオリゴチオフェンを活性層として用いたものは、真空蒸着法により作製され、大型の真空装置を用い生産性に欠ける。一般に、電界効果トランジスタの活性層となり得る有機材料はほとんどが溶剤に不溶である。ところが、加工性に優れた溶剤に可溶な前駆体から得られる導電性高分子材料として、例えばポリ(2,5-チエニレンビニレン)【刊行物(Polym. Commun. 28巻、229頁、1987年、)】、ポリ(p-フェニレンビニレン)【刊行物(Polym. Commun. 25巻、327頁、1984年)】、ポリアセチレン【刊行物(Synth. Met. 14巻、245頁、1986年)】等が報告されている。これら溶剤に可溶な高分子は、成形性に富み、スピンコート法などの簡単な方法で大面積基板上に薄膜を形成できることから、生産性に優れている。ところが、これら材料を電界効果トランジスタの活性層に用いるには、まず溶剤に可溶な前駆体を薄膜化し、次に前駆体から導電性高分子

(半導体)に変換(活性化)する必要がある。この変換処理(活性化処理)は、一般的に前駆体薄膜を加熱することにより行われるが、加熱だけでは変換が効率よく進行しないことが多い。通常、これら変換を促進させるためには化学的処理、より具体的には酸処理を行うことが有効である。しかしながら、化学的処理を行った場合、ソース電極、ドレイン電極またはゲート電極が好ましくない化学変化を起こすという課題があった。また、このような課題は、活性層である有機薄膜の電気特性を制御するために用いられる化学的ドーピング処理を行う場合にも生じ、化学的ドーピング処理によりソース電極、ドレイン電極およびゲート電極が腐食するなど好ましくない化学変化を起こすことがあった。

【0009】本発明は、かかる課題を解決するためになされたもので、電極の変質を防止するとともに、生産性に優れ、軽量で柔軟性に富む有機半導体薄膜を活性層として用いることのできる電界効果トランジスタの製造方法を得ることを目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の電界効果トランジスタの製造方法は、活性化処理により半導体となる有機薄膜に活性化処理を施し有機半導体薄膜とする工程、上記有機半導体薄膜にソース電極およびドレイン電極を形成する工程、並びに上記ソース電極とドレイン電極間の導電率を制御するように、ゲート電極を形成する工程を施すものである。

【0011】本発明の別の発明の電界効果トランジスタの製造方法は、端子を備えたゲート電極にゲート絶縁膜を設ける工程、上記ゲート絶縁膜に活性化処理により半導体となる有機薄膜を設ける工程、上記ゲート電極を保護しながら上記有機薄膜を活性化処理し有機半導体薄膜とした後上記ゲート電極の端子を露出させる工程、並びに上記有機半導体薄膜にソース電極およびドレイン電極を形成する工程を施すものである。

【0012】

【作用】本発明において、有機薄膜を活性化処理により有機半導体薄膜とする時、電極が活性化処理にさらされないで、所期目的を達成することができる。

【0013】

【実施例】図1は本発明の一実施例による電界効果トランジスタの断面図であり、ここで、1は活性層となる有機半導体薄膜、2はソース電極、3はドレイン電極、4はゲート絶縁膜、7はゲート電極、8は基板である。図2(a)~(e)は、本発明の一実施例の電界効果トランジスタの製造方法の工程図であり、11は活性化処理により有機半導体となる有機薄膜ある。まず基板8上に有機薄膜11を形成し【図2(a)】、この有機薄膜11に所望の活性化処理(化学処理および化学的ドーピング処理)を施し、活性層として働く有機半導体薄膜1に変換する【図2(b)】。その後、有機半導体薄膜1上

にソース電極およびドレイン電極2、3を形成し〔図2(c)〕、次いでその上にゲート絶縁膜4を形成し〔図2(d)〕、更にゲート電極7を形成する〔図2(e)〕。この手順により、有機薄膜11に対して行われる例えば化学処理および化学的ドーピング処理等の活性化処理による、ソース電極2、ドレイン電極3およびゲート電極7に対する影響が避けられる。

【0014】図3は本発明の別の発明の一実施例による電界効果トランジスタの断面図であり、ここで、1は活性層となる有機半導体薄膜、2はソース電極、3はドレイン電極、4はゲート絶縁膜、7は端子を備えたゲート電極、8は基板、11は活性化処理により有機半導体となる有機薄膜である。図4(a)～(d)は、本発明の別の発明の一実施例の電界効果トランジスタの製造方法の工程図、図5(e)～(f)は、本発明の別の発明の一実施例の電界効果トランジスタの製造方法の工程図であり、図4(d)の後の工程を示し、9は保護膜である。まず基板8上に端子を備えたゲート電極7を形成し〔図4(a)〕、その上にゲート絶縁膜4を形成する〔図4(b)〕。次いで、上記ゲート絶縁膜4上に活性層として働く有機薄膜11を形成し〔図4(c)〕、ゲート絶縁膜4で覆われていないゲート電極の露出部を保護膜9で被覆する〔図4(d)〕。その後、有機薄膜11に対し所望の化学処理および化学的ドーピング処理を施し有機半導体薄膜1とした〔図5(a)〕後、保護膜9を除去して端子を露出させ、上記有機半導体薄膜1上にソース電極2およびドレイン電極3を形成する。この手順により、有機薄膜11に対して行われる化学処理および化学的ドーピング処理の、ソース電極2、ドレイン電極3およびゲート電極7に対する影響が避けられる。

【0015】図6(a)～(d)は、本発明の別の発明の他の実施例の電界効果トランジスタの製造方法の工程図、図7(e)～(f)は、本発明の別の発明の他の実施例の電界効果トランジスタの製造方法の工程図であり、図6(d)の後の工程を示す。まず基板8上にゲート電極7を形成し〔図6(a)〕、その上にゲート絶縁膜4を形成する〔図6(b)〕。次いで、上記ゲート絶縁膜4上に有機薄膜11を形成する〔図6(c)〕。その後、有機薄膜11に対し所望の化学処理および化学的ドーピング処理を施し、有機半導体薄膜1とした〔図6(d)〕。上記処理終了後、ゲート電極端子部上のゲート絶縁膜を除去し、有機半導体薄膜1上にソース電極およびドレイン電極2、3を形成する。この手順により、有機薄膜11に対して行われる化学処理および化学的ドーピング処理の、ソース電極、ドレイン電極およびゲート電極2、3、7に対する影響が避けられる。

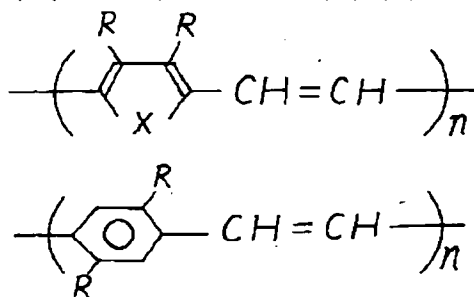
【0016】本発明に係わるゲート電極としては、金、白金、クロム、パラジウム、アルミニウム、インジウム、モリブデン、低抵抗ポリシリコン、低抵抗アモルファスシリコン等の金属や錫酸化物、酸化インジウムおよ

びインジウム・錫酸化物(ITO)等を用いるのが一般的であるが、もちろんこれらの材料に限られるわけではなく、また、これらの材料を2種以上使用しても差し支えない。ここで、金属膜を設ける方法としては蒸着、スパッタリング、メッキ、各種CVD成長の方法がある。又、使用目的に応じて、ゲート電極7と基板8を兼ね、シリコンウエハー、ステンレス板、銅版等の導電性の板を用いることも可能である。

【0017】本発明に係わる絶縁膜4としては、絶縁性のものであれば無機、有機の何れの材料でも使用可能であり、一般的には酸化シリコン、窒化シリコン、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、酸化チタン、ポリエチレン、ポリエステル、ポリイミド、ポリフェニレンスルフィド、ポリパラキシレン、ポリアクリロニトリルおよび各種絶縁性LB膜等が用いられ、これらの材料を2つ以上併せて用いてもよい。特に、上記本発明の別の発明の他の実施例に示したゲート絶縁膜で保護膜の役割を兼ねるには、上記無機酸化物および窒化物が好ましい。これらの絶縁膜の作製法としては特に制限はなく、例えばCVD法、プラズマCVD法、プラズマ重合法、蒸着法、スピンコーティング法、ディッピング法、クラスターイオンビーム蒸着法およびLB法などが挙げられ、何れも使用可能である。また、シリコンウエハーをゲート電極7と基板8を兼ねて用いる場合には、絶縁膜4としてはシリコンの熱酸化法等によって得られる酸化シリコン膜が好適である。

【0018】本発明に係わる例えば化学的処理および化学的ドーピング処理等の活性化処理により有機半導体となる有機薄膜としては、薄膜形成後に化学的処理を行うことにより半導体的性質を有し活性層として有効に働くもの、および化学的ドーピング処理により半導体的特性を有し活性層として有効に働くものであればなんでもよい。薄膜形成後に化学的処理を行うことにより活性層として有効に働くものとして、例えばポリアセチレン、ポリ(2,5-チエニレンビニレン)、ポリ(2,5-チエニレンビニレン)誘導体、ポリ(2,5-フリレンビニレン)、ポリ(2,5-フリレンビニレン)誘導体、ポリ(2,5-フェニレンビニレン)、ポリ(2,5-フェニレンビニレン)誘導体等の溶剤に可溶な前駆体薄膜から化学的に変換することにより得られる π -共役系高分子や、ポリアニリン、ポリ(N-置換アニリン)、ポリ(2-置換アニリン)、ポリ(3-置換アニリン)、ポリ(2,3-二置換アニリン)等の化学的に変換することにより所望の構造とすることができるポリアニリン類や、これら2種類以上の共重合体およびそれらの両親媒性誘導体等の π -共役系高分子が使用できる。ここで、これら高分子の繰返し単位数には制限がなく、繰返し単位数4以上のオリゴマーも使用できる。なお、上記溶剤に可溶な前駆体薄膜から化学的に変換することにより得られる π -共役系高分子は、熱処理によ

っても変換される場合があるが、化学的処理または化学的処理と熱処理の併用により変換効率を高めることが可能である。上記π-共役系高分子の中でも、トランジスタ特性およびその安定性から、特にポリ(2,5-チエニレンビニレン)、ポリ(2,5-フリレンビニレン)、ポリ



(1)

(2,5-フリレンビニレン)誘導体、ポリ(2,5-フェニレンビニレン)、ポリ(2,5-フェニレンビニレン)誘導体等が好ましい。化学式(1)にポリアリレンビニレンの

【0019】

【化1】

(Xは、S, Se, O, Nなどの原子; RはHあるいは炭化水素基、アルキル基などを示す)

【0020】化学構造式を示す。化学的ドーピング処理により、その有機薄膜の電気的物性を制御することにより活性層として有効に働くものとして、例えばポルフィリン類、金属ポルフィリン類、フタロシアニン類、金属フタロシアニン類、メロシアニン等の低分子有機半導体や、テトラチアフルバレン(TTF)、テトラシアノキノジメタン(TCNQ)、およびその錯体(TTF-TCNQ)で代表される各種低分子や、高分子の電荷移動錯体も用いることができ、これらの化合物を2種類以上組み合わせる用いてもよい。更に、例えばポリアセチレン、ポリピロール、ポリ(N-置換ピロール)、ポリ(3-置換ピロール)、ポリ(3,4-二置換ピロール)、ポリチオフェン、ポリ(3-置換チオフェン)、ポリ(3,4-二置換チオフェン)、ポリベンゾチオフェン、ポリイソチアナフテン、ポリ(p-フェニレンビニレン)、ポリ(p-フェニレンビニレン)誘導体、ポリ(2,5-チエニレンビニレン)、ポリ(2,5-チエニレンビニレン)誘導体、ポリ(2,5-フリレンビニレン)、ポリ(2,5-フリレンビニレン)誘導体、ポリアニリン、ポリ(N-置換アニリン)、ポリ(2-置換アニリン)、ポリ(3-置換アニリン)、ポリ(2,3-二置換アニリン)、ポリジアセチレン類、ポリアズレン、ポリピレン、ポリカルバゾール、ポリ(N-置換カルバゾール)、ポリセレンフェン、ポリフラン、ポリベンゾフラン、ポリパラフェニレン、ポリパラフェニレンビニレン、ポリインドール、ポリピリダジン、ポリアセンおよびグラファイト状高分子等、並びにこれら2種類以上の共重合体及びそれらの両親媒性誘導体等のπ-共役系高分子が使用できる。ここで、これら高分子の繰返し単位数には制限がなく、繰返し単位数4以上のオリゴマーも使用できる。

【0021】これら有機薄膜の作製法としては、真空蒸着法、分子線エピタキシャル成長法、イオンクラスター

ビーム法、低エネルギーイオンビーム法、イオンプレーティング法、CVD法、スパッタリング法、プラズマ重合法、電解重合法、化学重合法、スピコート法、キャスト法、ディッピング法、ロールコート法、バーコート法およびLB法等が挙げられ、材料に応じて使用できる。ただし、この中で生産性の点で、簡単に薄膜が形成できるスピコート法、キャスト法、ディッピング法、ロールコート法、バーコート法等が好まれる。これら有機半導体からなる薄膜の膜厚としては、特に制限はないが、得られたトランジスタの特性は、有機半導体からなる活性層の膜厚に大きく左右される場合が多く、その膜厚は、有機半導体により異なるが、一般に3000オングストローム以下が好ましい。薄膜形成後に化学的処理を行うことにより活性層として有効に働く有機薄膜も、しばしばドーピング処理によりその電気特性が制御されるが、他の素子構成部を化学的に変質させない限り、

(1)気相からのドーピング、(2)液相からのドーピング、(3)電気化学的ドーピング、(4)光開始ドーピング等化学的ドーピングおよび例えば刊行物「工業材料、34巻、第4号、55頁、1986年」に示されたイオン注入法等の物理的ドーピングの何れも使用可能である。

【0022】本発明の別の発明に係わる有機薄膜を活性化処理する工程におけるゲート電極の保護は、ゲート電極がゲート絶縁膜を設ける時に同時にゲート絶縁膜で被覆されている時(図6、図7)は必要ないが、ゲート電極の一部が露出している場合、その露出部に化学的処理および化学的ドーピング処理に対し耐性があり、電極を有効に保護する保護膜を設ける必要がある。保護膜としては、例えば通常のノボラック系、クロル化ポリスチレン系、PMMA系、ポリビニルフェノール系等のレジスト材料が挙げられる。

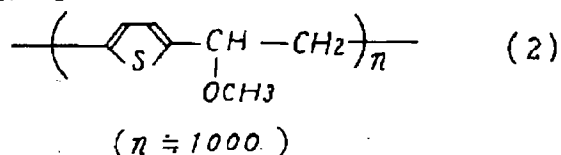
【0023】本発明に係わる基板には絶縁性の材料であ

ればいずれも使用可能であり、具体的には、ガラス、アルミナ焼結体やポリイミドフィルム、ポリエステルフィルム、ポリエチレンフィルム、ポリフェニレンスルフィド膜、ポリパラキシレン膜などの各種絶縁性プラスチックなどが使用可能である。以下に、さらに具体的な実施例を述べるが、もちろんこれをもって本発明を限定するものではない。

【0024】実施例1. 基板である直径2インチ、厚さ0.7mmの無アルカリガラスウエハー上に、化学式(2)の構造式で表される

【0025】

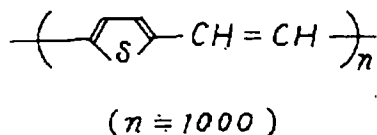
【化2】



【0026】ポリ(2, 5-チエニレンビニレン)の前駆体ポリマーの2wt%ジメチルホルムアミド溶液を上記素子基板上にスピコートし有機薄膜を得た。スピコートは、回転数: 4000rpm、回転時間: 60秒、雰囲気温度: 60℃にて空気中で行った。このようにして形成した前駆体ポリマーからなる薄膜に対し、十分乾燥後、赤外線ゴールドイメージ炉を用い、塩化水素ガスを含む窒素気流下で200℃にて60分間、加熱することにより化学処理を施し活性層となる有機半導体薄膜を得た。塩化水素ガス供給は、ガス洗浄瓶中の塩酸試薬原液上に窒素ガスを流し込み、このガス洗浄瓶から流出する塩化水素ガスを含む窒素ガスを濃硫酸ならびに塩化カルシウム乾燥管で乾燥させ、イメージ炉内に流入することにより行った。上記加熱処理後、ポリ(2, 5-チエニレンビニレン)の前駆体ポリマーは、化学式(3)の構造式で表される

【0027】

【化3】



【0028】ポリ(2, 5-チエニレンビニレン)に変換され、光沢を有する褐色の極めて均質な膜となった。この前駆体ポリマーからポリ(2, 5-チエニレンビニレン)への変換は、図8に示された本発明の一実施例に係わる化学処理により得られた有機半導体膜の赤外線吸収スペクトルに見られる。即ち、前駆体ポリマーの側鎖エーテル結合に基づく 1100cm^{-1} のC-O-C伸縮振動の吸収が消失し、ポリ(2, 5-チエニレンビニレン)のビニレン結合に基づく 1590cm^{-1} のトランスビニレンC-H面外変角振動の吸収が現れることにより

確認された。図9に、熱処理のみ施した上記有機薄膜の赤外線吸収スペクトルを比較のために示す。さらに、上記前駆体ポリマーからポリ(2, 5-チエニレンビニレン)への変換は、電子スペクトルに見られ、上記加熱処理後およそ530nmに極大を持つ $\pi-\pi^*$ に基づく吸収が出現し、一重結合と二重結合の繰り返しによる π -共役結合が形成していることから確認された。次いで、この有機半導体膜のポリ(2, 5-チエニレンビニレン)膜上に、通常の蒸着法、光リソグラフィ法およびエッチング法を用いて厚さ1000オングストロームのインジウム・錫酸化物(ITO)薄膜パターンを形成した。その上に通常の蒸着法ならびにマスク法を用いて厚さ5000オングストロームのSiO_x絶縁膜を形成した。さらに、その上に、通常の蒸着法および光リソグラフィ法およびエッチング法を用いて厚さ1000オングストロームのクロム薄膜パターンを形成し本発明の一実施例による電界効果トランジスタを得た。この様にして得られたトランジスタは絶縁ゲート電界効果トランジスタで構成され、図1に示される断面となる。この場合、1は活性層となるPTV膜、2はソース電極となるITO膜、3はドレイン電極となるITO膜、4はゲート絶縁膜となるSiO₂蒸着膜、7はゲート電極であるクロム膜、8はガラスウエハ素子基板である。ここで、ポリ(2, 5-チエニレンビニレン)は何らドーピング処理を施さなくても半導体特性を示し、トランジスタの活性層として働く。上記トランジスタのチャネル幅

(W)、チャネル長(L)はそれぞれ2mm、2.5μmである。図10は本発明の一実施例によるトランジスタと従来のトランジスタを比較する電気特性図であり、横軸はトランジスタのゲート電圧(V_G)、縦軸はチャネル電流(I_D)で、ソース・ドレイン電圧V_{DS}=-20Vでの静特性を示している。図中、Aは本発明の一実施例によるトランジスタの電気特性である。

【0029】比較例1. 実施例1において、有機薄膜に化学的処理を施さない他は実施例1と同様にしてトランジスタを得、実施例1と同様にしてその電気特性を測定した。図10中Cにその電気特性を示す。

【0030】図10により、電極を損なうことなく化学的処理を行なうことにより得られた有機半導体薄膜を活性層とする、実施例1で得られた電界効果トランジスタは従来よりおよそ一桁ON電流を増加できることが判る。キャリア移動度はおよそ $1 \times 10^{-1}\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ と求められた。

【0031】実施例2. 基板である直径2インチ、厚さ0.7mmの無アルカリガラスウエハー上に、通常の蒸着法、光リソグラフィ法ならびにエッチング法を用いて厚さ1000オングストロームのクロムパターンを形成した。その上に通常の蒸着法およびマスク法を用いて厚さ5000オングストロームのSiO_x絶縁膜を形成した。実施例1と同様に、化学式(1)で表されるポリ

(2, 5-チエニレンビニレン)の前駆体ポリマーの2 wt %ジメチルホルムアミド溶液を上記素子基板上にスピンコートした。スピンコートは、回転数: 4000 rpm、回転時間: 60秒、雰囲気温度: 60℃にて空気中で行った。電極取り出し部のような、絶縁膜に覆われていないクロム電極露出部に、クロム電極の保護膜として通常のノボラック系ポジ型レジストであるAZ1350を、1.5 μ mの厚さで被覆した。

【0032】このようにして形成した前駆体ポリマーからなる有機薄膜に対し、十分乾燥後、赤外線ゴールドイメージ炉を用い、塩化水素ガスを含む窒素気流下で200℃にて60分間、加熱することにより化学処理を施し有機半導体薄膜を得た。塩化水素ガス供給は、ガス洗浄瓶中の塩酸試薬原液上に窒素ガスを流し込み、このガス洗浄瓶から流出する塩化水素ガスを含む窒素ガスを濃硫酸および塩化カルシウム乾燥管で乾燥させ、イメージ炉内に流入することにより行った。実施例1と同様、上記加熱処理後、ポリ(2, 5-チエニレンビニレン)の前駆体ポリマーは、化学式(2)で表されるポリ(2, 5-チエニレンビニレン)に変換され、光沢を有する褐色の極めて均質な膜となった。

【0033】この前駆体ポリマーからポリ(2, 5-チエニレンビニレン)への変換は、化学処理後の膜の赤外線吸収スペクトルにおいて、前駆体ポリマーの側鎖エーテル結合に基づく1100 cm^{-1} のC-O-C伸縮振動の吸収が消失し、ポリ(2, 5-チエニレンビニレン)のビニレン結合に基づく1590 cm^{-1} のトランスビニレンC-H面外変角振動の吸収が現れることにより確認された。また、上記前駆体ポリマーからポリ(2, 5-チエニレンビニレン)への変換は、電子スペクトルにおいて、上記加熱処理後およそ530 nmに極大を持つ $\pi-\pi^*$ に基づく吸収が出現し、一重結合と二重結合の繰り返しによる π -共役結合が形成していることから確認された。

【0034】次いで、上記電極取り出し部等の絶縁膜に覆われていない電極上の、ノボラック系ポジ型レジストであるAZ1350をアセトンで除去した。その後ポリ(2, 5-チエニレンビニレン)膜上に、通常の蒸着法を用いて厚さ300オングストロームのクロム薄膜を形成し、引き続きその上に厚さ700オングストロームの金薄膜を形成した。ここで、下地のクロムは金電極とポリ(2, 5-チエニレンビニレン)膜との密着性を向上させる目的で使用した。次に、このクロムを下地とする金電極を通常の光リソグラフィ法およびエッチング法で目的の形状にパターニングし、本発明の別の発明の実施例による電界効果トランジスタを得た。この様にして得られたトランジスタは絶縁ゲート電界効果トランジスタで構成され、図3に示される断面となる。ここで、1は活性層となるPTV膜、2はソース電極となる金膜、3はドレイン電極となる金膜、4はゲート絶縁膜と

なる SiO_2 蒸着膜、7はゲート電極であるクロム膜、8はガラスウエハ素子基板である。ここで、ポリ(2, 5-チエニレンビニレン)は何らドーピング処理を施さなくても半導体特性を示し、トランジスタの活性層として働く。上記トランジスタのチャネル幅(W)、チャネル長(L)はそれぞれ2mm、2.5 μ mである。図10中、Bに、得られたトランジスタの電気特性を示す。それによると、実施例1と同様な特性が得られ、電極を損なうことなく化学的処理を行なうことにより得られた有機半導体薄膜を活性層とすることにより、従来よりおよそ一桁ON電流を増加できることが判る。キャリア移動度はおよそ $1 \times 10^{-1} \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ と求められた。

【0035】実施例3. 基板である直径2インチ、厚さ0.7mmの無アルカリガラスウエハ上に、ポリ(3-ヘキシルチオフェン)の5 wt %クロロホルム溶液を上記素子基板上にスピンコートし有機薄膜を得た。スピンコートは、回転数: 4000 rpm、回転時間: 60秒、雰囲気温度: 20℃、窒素雰囲気中で行った。このようにして形成した有機薄膜を十分乾燥後、塩化水素ガスを含む窒素気流下で化学ドーピング処理を施し、有機半導体薄膜を得た。塩化水素ガス供給は、ガス洗浄瓶中の塩酸試薬原液上に窒素ガスを流し込み、このガス洗浄瓶から流出する塩化水素ガスを含む窒素ガスを濃硫酸ならびに塩化カルシウム乾燥管で乾燥させ、グローボックス内に流入することにより行った。このドーピング処理により電気伝導度が 10^{-8}S/cm から 10^{-6}S/cm に増加した。

【0036】次いで、このドーピング処理を施されたポリ(3-ヘキシルチオフェン)上に、通常の蒸着法を用いて厚さ300オングストロームのクロム薄膜を形成し、引き続きその上に厚さ700オングストロームの金薄膜を形成した。ここで、下地のクロムは金電極とポリ(3-ヘキシルチオフェン)膜との密着性を向上させる目的で使用した。次に、このクロムを下地とする金電極を通常の光リソグラフィ法およびエッチング法で目的の形状にパターニングした。その上に通常の蒸着法ならびにマスク法を用いて厚さ5000オングストロームの SiO_x 絶縁膜を形成した。さらに、その上に、通常の蒸着法および光リソグラフィ法およびエッチング法を用いて厚さ1000オングストロームのクロム薄膜パターンを形成し、本発明の他の実施例による電界効果トランジスタを得た。

【0037】この様にして得られたトランジスタは絶縁ゲート電界効果トランジスタで構成され、図1に示す断面である。この場合、1は活性層となるポリ(3-ヘキシルチオフェン)膜、2はソース電極となる金膜、3はドレイン電極となる金膜、4はゲート絶縁膜となる SiO_2 蒸着膜、7はゲート電極であるクロム膜、8はガラスウエハ素子基板である。上記トランジスタのチャネル

幅(W)、チャネル長(L)はそれぞれ2mm、2.5 μm である。図11は本発明の他の実施例によるトランジスタと従来のトランジスタを比較する電気特性図であり、図中、Dは実施例3で得られたトランジスタの電気特性を示す。横軸はトランジスタのゲート電圧

(V_G)、縦軸はチャネル電流(I_D)でソース・ドレイン電圧 $V_{DS} = -20\text{V}$ での静特性を示している。

【0038】比較例2、実施例3において、有機薄膜に化学的ドーピング処理を施さない他は実施例3と同様にしてトランジスタを得、実施例1と同様にしてその電気特性を測定した。図11中Eにその電気特性を示す。

【0039】図11により、電極を損なうことなく化学的ドーピング処理を行なうことにより得られた有機半導体薄膜を活性層とする、実施例3で得られた電界効果トランジスタは従来よりおよそ一桁ON電流を増加できることが判る。キャリア移動度はおよそ $1 \times 10^{-3} \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ と求められた。

【0040】実施例4基板である直径2インチ、厚さ0.7mmの無アルカリガラスウエハー上に、通常の蒸着法、光リソグラフィー法ならびにエッチング法を用いて厚さ1000Åのクロムパターンを形成した。その上に通常の蒸着法ならびにマスク法を用いて厚さ5000Åの SiO_x 絶縁膜を基板全面に形成した。実施例1と同様に、化学式2で表されるポリ(2,5-チエニレンビニレン)の前駆体ポリマーの2wt%ジメチルホルムアミド溶液を上記素子基板上にスピンコートした。スピンコートは、回転数:4000rpm、回転時間:60秒、雰囲気温度:60℃にて空気中で行った。その後、この前駆体ポリマーを、通常のリソグラフィー法ならびにエッチング法でパターンニングした。

【0041】このようにして形成した前駆体ポリマーパターンに対し、十分乾燥後、赤外線ゴールドイメージ炉を用い、塩化水素ガスを含む窒素気流下で200℃にて60分間、加熱することにより化学処理を施した。塩化水素ガス供給は、ガス洗浄瓶中の塩酸試薬原液上に窒素ガスを流し込み、このガス洗浄瓶から流出する塩化水素ガスを含む窒素ガスを濃硫酸ならびに塩化カルシウム乾燥管で乾燥させ、イメージ炉内に流入することにより行なった。実施例1と同様、上記加熱処理後、ポリ(2,5-チエニレンビニレン)の前駆体ポリマーは、化学式3で表されるポリ(2,5-チエニレンビニレン)に変換され、光沢を有する褐色の極めて均質な膜となった。

【0042】この前駆体ポリマーからポリ(2,5-チエニレンビニレン)への変換は、化学処理後の膜の赤外線吸収スペクトルにおき、前駆体ポリマーの側鎖エーテル結合に基づく 1100cm^{-1} のC-O-C伸縮振動の吸収が消失し、ポリ(2,5-チエニレンビニレン)のビニレン結合に基づく 1590cm^{-1} のトランスビニレンC-H面外変角振動の吸収が現れることにより確認された。また、上記前駆体ポリマーからポリ(2,5-チ

エニレンビニレン)への変換は、電子スペクトルにおき、上記加熱処理後およそ530nmに極大を持つ $\pi-\pi^*$ に基づく吸収が出現し、一重結合と二重結合の繰返しによる π -共役結合が形成していることから確認された。

【0043】次いで、レジスト材料を用いた光リソグラフィー法によって、露出が必要な上記電極取り出し部等の電極上の絶縁膜のみをフッ化水素酸、フッ化アンモニウム混液でエッチングした。その後ポリ(2,5-チエニレンビニレン)膜上に、通常の蒸着法を用いて厚さ300Åのクロム薄膜を形成し、引き続きその上に厚さ700Åの金薄膜を形成した。ここで、下地のクロムは金電極とポリ(2,5-チエニレンビニレン)膜との密着性を向上させる目的で使用した。次に、このクロムを下地とする金電極を通常的光リソグラフィー法およびエッチング法で目的の形状にパターンニングした。

【0044】この様にして得られたトランジスタは絶縁ゲート電界効果トランジスタで構成される。図3にトランジスタの断面図を示す。ここで、1は活性層となるPTV膜、2はソース電極となる金膜、3はドレイン電極となる金膜、4はゲート絶縁膜となる SiO_x 蒸着膜、7はゲート電極であるクロム膜、8はガラスウエハ素子基板である。ここで、ポリ(2,5-チエニレンビニレン)は何らドーピング処理を施さなくても半導体特性を示し、トランジスタの活性層として働く。上記トランジスタのチャネル幅(W)、チャネル長(L)はそれぞれ2mm、2.5 μm である。図11に示す実施例3で得られたトランジスタの電気特性と同様の特性を示した。実施例3と同様に、実施例1と同様な特性が得られ、素子構成部を損なうことなく化学的処理を行った有機薄膜を活性層とすることにより、従来よりおよそ一桁ON電流を増加できることが判る。キャリア移動度はおよそ $1 \times 10^{-1} \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ と求められた。

【0045】

【発明の効果】以上説明した通り、本発明は活性化処理により半導体となる有機薄膜に活性化処理を施し有機半導体薄膜とする工程、上記有機半導体薄膜にソース電極およびドレイン電極を形成する工程、並びに上記ソース電極とドレイン電極間の導電率を制御するようにゲート電極を形成する工程を施すことにより、また、本発明の別の発明は、端子を備えたゲート電極にゲート絶縁膜を設ける工程、上記ゲート絶縁膜に活性化処理により半導体となる有機薄膜を設ける工程、上記ゲート電極を保護しながら上記有機薄膜を活性化処理し有機半導体薄膜とした後上記ゲート電極の端子を露出させる工程、並びに上記有機半導体薄膜にソース電極およびドレイン電極を形成する工程を施すことにより、電極の変質を防止するとともに、生産性に優れ、軽量で柔軟性に富む有機半導体薄膜を活性層として用いることのできる電界効果トランジスタの製造方法を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による電界効果トランジスタの断面図である。

【図2】本発明の一実施例の電界効果トランジスタの製造の工程図である。

【図3】本発明の別の発明の一実施例による電界効果トランジスタの断面図である。

【図4】本発明の別の発明の一実施例の電界効果トランジスタの製造の工程図である。

【図5】本発明の別の発明の一実施例の電界効果トランジスタの製造の工程図である。

【図6】本発明の別の発明の他の実施例の電界効果トランジスタの製造の工程図である。

【図7】本発明の別の発明の他の実施例の電界効果トランジスタの製造の工程図である。

【図8】本発明の一実施例に係わる化学処理により得ら

れた有機半導体膜の赤外線吸収スペクトル図である。

【図9】化学的処理を施さない有機薄膜の赤外線吸収スペクトル図である。

【図10】本発明によるトランジスタと従来を比較する電気特性図である。

【図11】本発明によるトランジスタと従来を比較する電気特性図である。

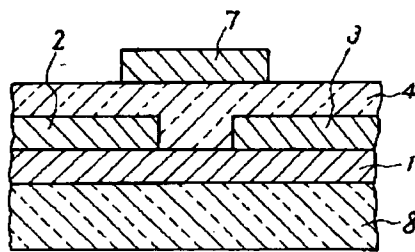
【図12】従来のトランジスタの断面図である。

【図13】従来のトランジスタの断面図である。

【符号の説明】

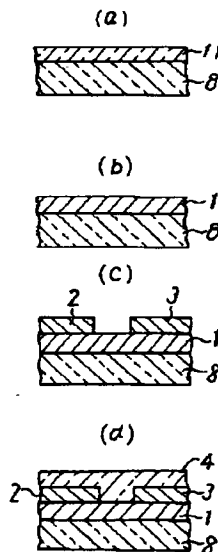
- 1 有機半導体膜
- 2 ソース電極
- 3 ドレイン電極
- 4 ゲート絶縁膜
- 7 ゲート電極
- 11 有機薄膜

【図1】

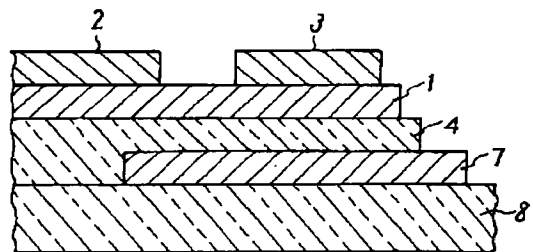


- 1:有機半導体膜
- 2:ソース電極
- 3:ドレイン電極
- 7:ゲート電極

【図2】

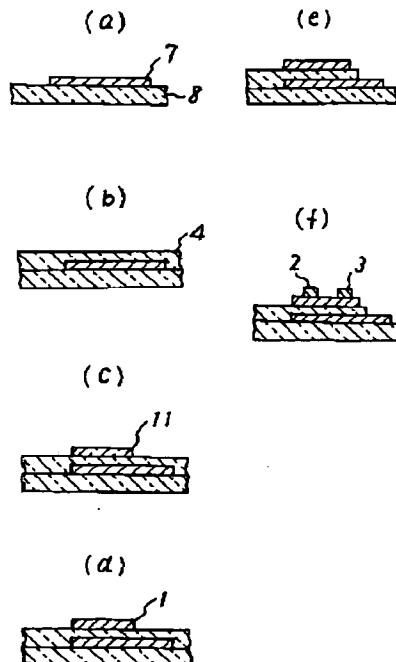


【図3】

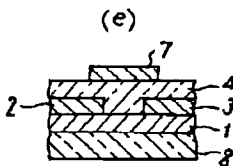
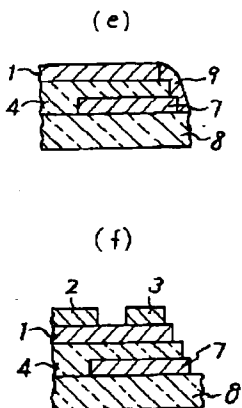


【図6】

【図7】



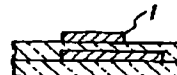
【図5】



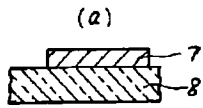
(c)



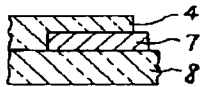
(a)



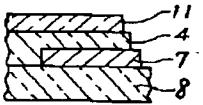
【図4】



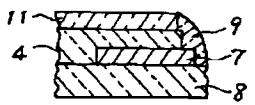
(b)



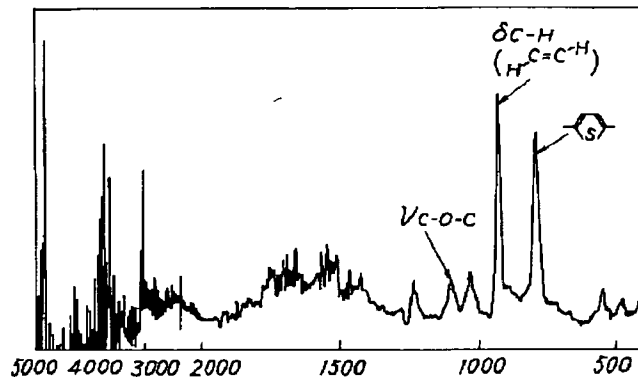
(c)



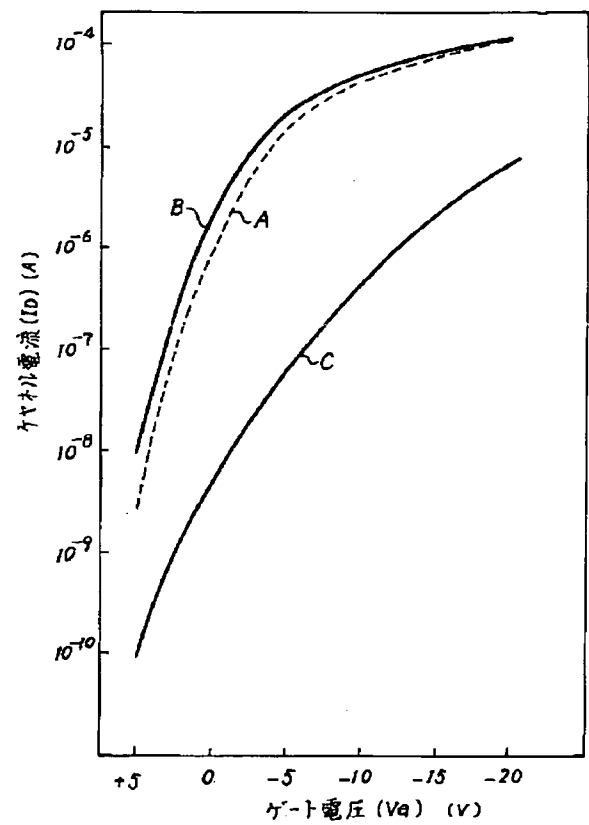
(d)



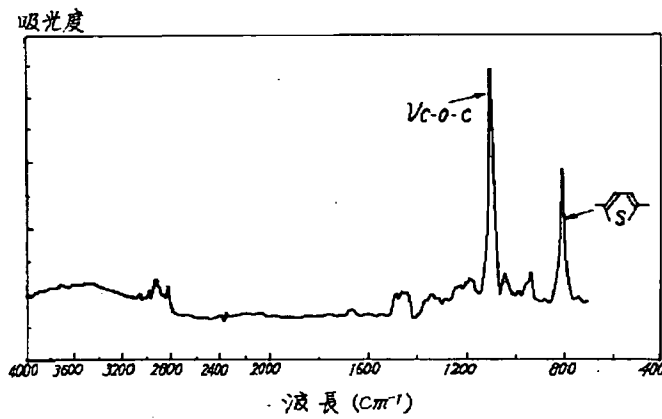
【図8】



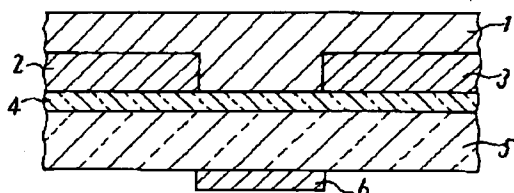
【図10】



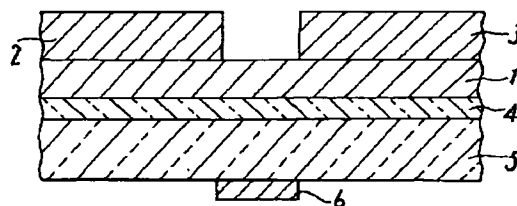
【図9】



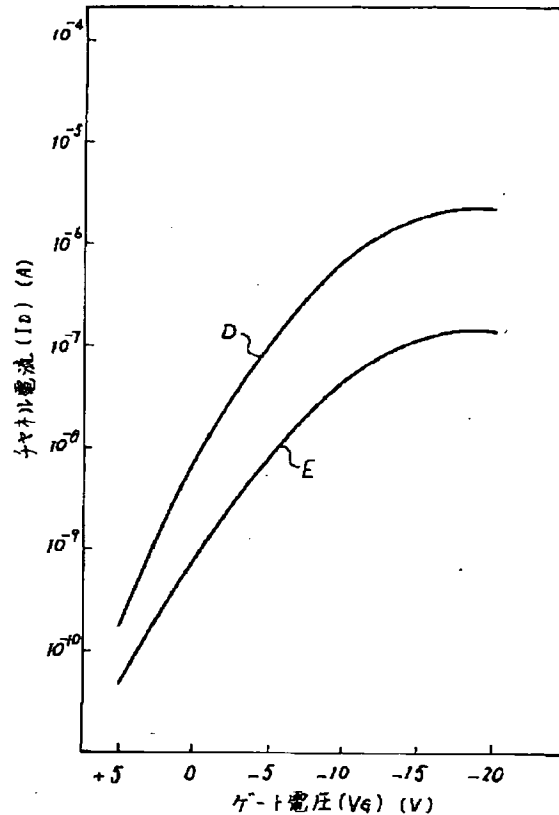
【図12】



【図13】



【図11】



【手続補正書】

【提出日】平成4年2月4日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

【補正内容】

【0003】具体的には、ポリアセチレンを用いたショットキー接合素子【刊行物（J. Appl. Phys. 52巻、869頁、1981年）および特開昭56-147486号公報等】、ポリピロール系高分子を用いたショットキー接合素子【刊行物（J. Appl. Phys. 54巻、2511頁、1983年）および特開昭59-63760号公報等】が知られている。また、無機半導体であるn型CdSとp型ポリアセチレンとを組み合わせたヘテロ接合素子が報告されている【刊行物（J. Appl. Phys. 51巻、4252頁、1980年）】。有機半導体同士を組み合わせた接合素子としては、p型およびn型ポリアセチレンを用いたpnホモ接合素子が知られている【刊行物（Appl. Phys. Lett. 33巻、18頁、1978年）】。更に、ポリピロールとポリチオフェンからなるヘテロ接

合素子【刊行物（Jpn. J. Appl. Phys. 24巻、L553頁、1985年）】、ポリアセチレンとポリN-メチルピロールからなるヘテロ接合素子【刊行物（J. Appl. Phys. 58巻、1279頁、1985年）】も知られている。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正内容】

【0006】次に、電界効果トランジスタについて、オリゴチオフェンを用いたものを例に説明する。図13にオリゴチオフェンを活性層に用いたトランジスタの断面図を示す。ここで、1は活性層となるオリゴチオフェン膜、2はソース電極となる金膜、3はドレイン電極となる金膜、4はゲート絶縁膜となるシリコン酸化膜、5はゲート電極兼基板であるn形シリコンウエハ、6はシリコンウエハとオーミック接合を取るための電極である。このオリゴチオフェンを活性層に用いたトランジスタの製造方法について説明する。n形シリコンウエハ5の表面に熱酸化膜または自然酸化膜4を従来の方法により形

成し、この上に活性層となるオリゴチオフェン膜を真空蒸着法で形成している。次に、この活性層の上に通常のマスク法によりソース電極2およびドレイン電極3となる金膜のパターンを形成している。シリコンウエハとオーミック接合を取るための電極6は、ソース電極、ドレイン電極及び活性層を形成したシリコン基板面の反対側の酸化膜を剥離し、Ga-In合金を塗布することにより行っている。従来の有機トランジスタは何れも、前述の活性層の形成方法を除いて、上記2つのうちのどちらかの方法によって作製されている。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

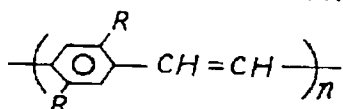
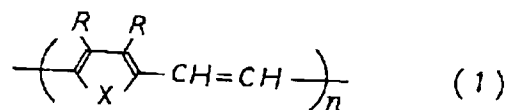
【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正内容】

【0019】

【化1】



(XはS・Se・O・N-Rなどの原子、RはHあるいは炭化水素基、アルコキシ基などを示す)

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正内容】

【0023】本発明に係わる基板には絶縁性の材料であればいずれも使用可能であり、具体的には、ガラス、石英、アルミナ焼結体やポリイミドフィルム、ポリエステルフィルム、ポリエチレンフィルム、ポリフェニレンスルフィド膜、ポリパラキシレン膜などの各種絶縁性プラスチックなどが使用可能である。以下に、さらに具体的な実施例を述べるが、もちろんこれをもって本発明を限定するものではない。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正内容】

【0028】ポリ(2,5-チエニレンビニレン)に変

換され、光沢を有する褐色の極めて均質な膜となった。この前駆体ポリマーからポリ(2,5-チエニレンビニレン)への変換は、図8に示された本発明の一実施例に係わる化学処理により得られた有機半導体膜の赤外線吸収スペクトルに見られる。即ち、前駆体ポリマーの側鎖エーテル結合に基づく 1100 cm^{-1} のC-O-C伸縮振動の吸収が消失し、ポリ(2,5-チエニレンビニレン)のビニレン結合に基づく 1590 cm^{-1} のトランスビニレンC-H面外変角振動の吸収が現れることにより確認された。図9に、熱処理のみ施した上記有機薄膜の赤外線吸収スペクトルを比較のために示す。さらに、上記前駆体ポリマーからポリ(2,5-チエニレンビニレン)への変換は、電子スペクトルに見られ、上記加熱処理後およそ 530 nm に極大を持つ $\pi-\pi^*$ に基づく吸収が出現し、一重結合と二重結合の繰り返しによる π -共役結合が形成していることから確認された。次いで、この有機半導体膜のポリ(2,5-チエニレンビニレン)膜上に、通常のスパッタ法、光リソグラフィ法およびエッチング法を用いて厚さ 1000 \AA のインジウム・錫酸化物(ITO)薄膜パターンを形成した。その上に通常の蒸着法ならびにマスク法を用いて厚さ 5000 \AA の SiO_x 絶縁膜を形成した。さらに、その上に、通常の蒸着法および光リソグラフィ法およびエッチング法を用いて厚さ 1000 \AA のクロム薄膜パターンを形成し本発明の一実施例による電界効果トランジスタを得た。この様にして得られたトランジスタは絶縁ゲート電界効果トランジスタで構成され、図1に示される断面となる。この場合、1は活性層となるPTV膜、2はソース電極となるITO膜、3はドレイン電極となるITO膜、4はゲート絶縁膜となる SiO_x 蒸着膜、7はゲート電極であるクロム膜、8はガラスウエハ素子基板である。ここで、ポリ(2,5-チエニレンビニレン)は何らドーピング処理を施さなくても半導体特性を示し、トランジスタの活性層として働く。上記トランジスタのチャネル幅(W)、チャネル長(L)はそれぞれ 2 mm 、 $2.5\text{ }\mu\text{ m}$ である。図10は本発明の一実施例によるトランジスタと従来のトランジスタを比較する電気特性図であり、横軸はトランジスタのゲート電圧(V_G)、縦軸はチャネル電流(I_D)で、ソース・ドレイン電圧 $V_{DS}=-20\text{ V}$ での静特性を示している。図中、Aは本発明の一実施例によるトランジスタの電気特性である。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0031

【補正方法】変更

【補正内容】

【0031】実施例2. 基板である直径2インチ、厚さ 0.7 mm の無アルカリガラスウエハ上に、通常の蒸着法、光リソグラフィ法ならびにエッチング法を用い

て厚さ1000オングストロームのクロムパターンを形成した。その上に通常の蒸着法およびマスク法を用いて厚さ5000オングストロームの SiO_x 絶縁膜を形成した。実施例1と同様に、化学式(1)で表されるポリ(2, 5-チエニレンビニレン)の前駆体ポリマーの2wt%ジメチルホルムアミド溶液を上記素子基板上にスピコートした。スピコートは、回転数: 4000rpm、回転時間: 60秒、雰囲気温度: 60°Cにて空気中で行った。電極取り出し部のような、絶縁膜に覆われていないクロム電極露出部上に、クロム電極の保護膜として通常のノボラック系ポジ型レジストであるAZ1350を、1.5 μm の厚さで被覆した。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正内容】

【0034】次いで、上記電極取り出し部等の絶縁膜に覆われていない電極上の、ノボラック系ポジ型レジストであるAZ1350をアセトンで除去した。その後ポリ(2, 5-チエニレンビニレン)膜上に、通常の蒸着法を用いて厚さ300オングストロームのクロム薄膜を形成し、引き続きその上に厚さ700オングストロームの金薄膜を形成した。ここで、下地のクロムは金電極とポリ(2, 5-チエニレンビニレン)膜との密着性を向上させる目的で使用した。次に、このクロムを下地とする金電極を通常の光リソグラフィ法およびエッチング法で目的の形状にパターニングし、本発明の別の発明の一実施例による電界効果トランジスタを得た。この様にして得られたトランジスタは絶縁ゲート電界効果トランジスタで構成され、図3に示される断面となる。ここで、1は活性層となるPTV膜、2はソース電極となる金膜、3はドレイン電極となる金膜、4はゲート絶縁膜と

なる SiO_x 蒸着膜、7はゲート電極であるクロム膜、8はガラスウエハ素子基板である。ここで、ポリ(2, 5-チエニレンビニレン)は何らドーピング処理を施さなくても半導体特性を示し、トランジスタの活性層として働く。上記トランジスタのチャネル幅(W)、チャネル長(L)はそれぞれ2mm、2.5 μm である。図10中、Bに、得られたトランジスタの電気特性を示す。それによると、実施例1と同様な特性が得られ、電極を損なうことなく化学的処理を行なうことにより得られた有機半導体薄膜を活性層とすることにより、従来よりおよそ一桁ON電流を増加できることが判る。キャリア移動度はおよそ $1 \times 10^{-1} \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ と求められた。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0037

【補正方法】変更

【補正内容】

【0037】この様にして得られたトランジスタは絶縁ゲート電界効果トランジスタで構成され、図1に示す断面である。この場合、1は活性層となるポリ(3-ヘキシルチオフェン)膜、2はソース電極となる金膜、3はドレイン電極となる金膜、4はゲート絶縁膜となる SiO_x 蒸着膜、7はゲート電極であるクロム膜、8はガラスウエハ素子基板である。上記トランジスタのチャネル幅(W)、チャネル長(L)はそれぞれ2mm、2.5 μm である。図11は本発明の他の実施例によるトランジスタと従来のトランジスタを比較する電気特性図であり、図中、Dは実施例3で得られたトランジスタの電気特性を示す。横軸はトランジスタのゲート電圧(V_G)、縦軸はチャネル電流(I_D)でソース・ドレイン電圧 $V_{DS} = -20\text{V}$ での静特性を示している。